

疲労解析に基づいた鋼床版舗装の表面縦ひび割れの発生予測

石川工業高等専門学校 専攻科 学生員○小林隆志

石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男

まえがき

鋼床版舗装は、縦リブで補強された鋼床版の上に特殊なアスファルト混合物によって舗装したものである。このような舗装においては、荷重による変形が大きい鋼床版の影響で大きなひずみを生ずる。とくに腹版や縦リブのウェブ直上で舗装表面に引張ひずみが生じ、これが原因で表面縦ひび割れが生ずることがある。本研究は通常のアスファルト舗装で用いられている疲労曲線を用いて、このような表面縦ひび割れの発生を予測することが可能かどうかについて検討した。

縦表面ひび割れ

写真-1 は典型的な鋼床版舗装の表面縦ひび割れである。比較的早期に縦リブの配置間隔に対応した間隔で縦方向に一直線上に生ずる。主に車輪走行位置付近に生ずることから、交通荷重の繰り返し作用による疲労が原因であると予想される。奇妙なことに、このようなひび割れは縦リブや腹版のウェブの直上ばかりでなく、その間にも生ずることがあり、その発生原因は明らかではない。そこで、この原因を探るために、通常アスファルト舗装の疲労ひび割れの予測に用いられている疲労曲線を鋼床版舗装に適用することを試みる。

疲労解析

構造解析モデルとしては、帯板要素(Strip element)と角柱要素(Prism element)を接着要素(Link element)で結合した SLPE (Strip-Link-Prism Element)モデルを用いる¹⁾。帯板要素は、平板の曲げ変形をモデル化した要素であり、デッキプレート、縦リブを含む鋼床版全体の構造を細かく考慮することが可能である。また、角柱要素は舗装を代表し、8 節点の要素なので、厚さ方向の変形を含む局所的な変形を表現することができる。接着要素は、帯板要素と角柱要素を接合する役割を持ち、ちょうどデッキプレートと舗装の間に施される接着層の機能をモデル化することになる。

アスファルト舗装の疲労解析の基本的な考え方は、構造解析によって計算された引張ひずみとアスファルト混合物の疲労曲線からマイナー則によって疲労度を求め、この値が 1.0 を超えた時点で疲労ひび割れが発生するとする。アスファルト混合物の疲労曲線は、舗装設計施工要領にあるものを用いた²⁾。この疲労曲線はアスファルト混合物のスティフネスによって異なる。またスティフネスは載荷速度や温度に依存する。

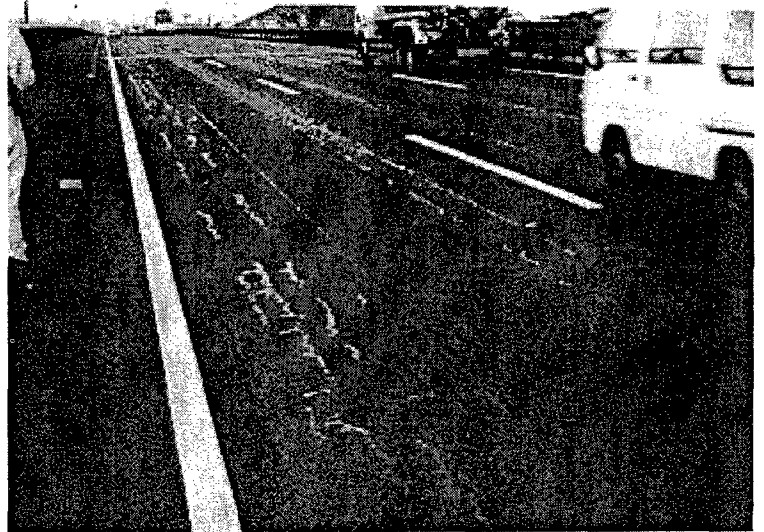


写真-1 舗装表面の縦表面ひび割れ

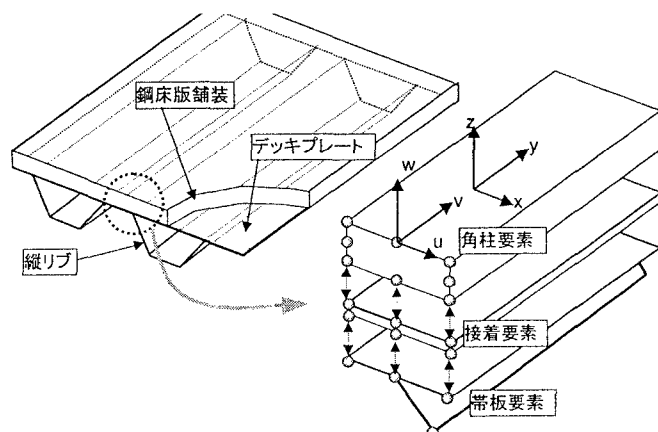


図-1 SLPE モデル

このようなことから、疲労解析には、走行速度や季節ごとの温度を考慮する必要がある。

計算条件

例として用いた鋼床版の構造は、厚さ 12mm の鋼床版の上に厚さ 8cm の改質型アスファルト混合物を施工したものである。要素分割及び荷重位置を図-2 に示す。

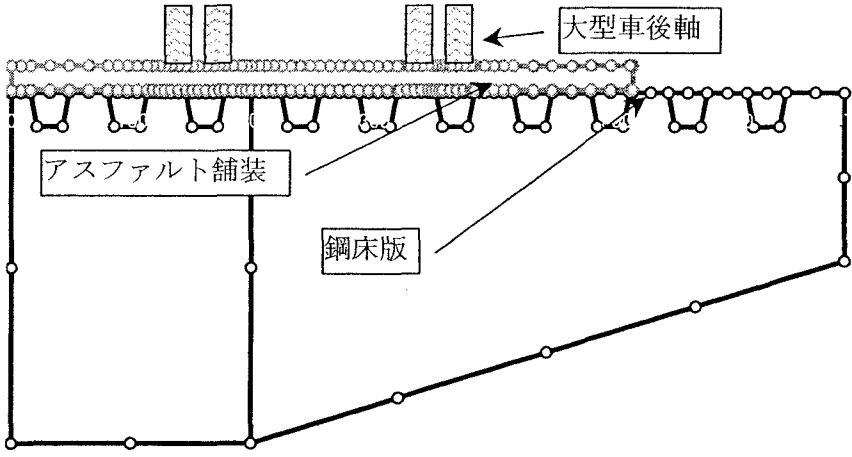


図-2 鋼床版舗装の要素分割モデル

今回は走行速度を 60km/h

とし、載荷時間は 0.018 秒とした。季節ごとの温度は東海地方の各月の平均温度から路面温度を算定し、それに基づいて表-1 のようにアスファルト混合物のスティフネスを推定した。軸重分布は C 交通相当のものを用い、1 か月ごとに疲労度を計算した。

計算結果

図-3 はアスファルト舗装表面の横断方向のひずみ分布である。ひずみの方向は横断方向であり、この値が引張になる腹版ウェブにおいてひび割れが発生する可能性がある。実際に疲労度を計算された疲労度は 1 年間で 4.1 となり、1.0 を大きく上回った。このことから腹版ウェブ直上には早期にひび割れが生ずることが予想される。一方、その他の場所については大きな引張ひずみを生ずる場所はなく、これ以外の場所にひび割れが生ずる可能性は低いことになったが、この点については現場の状況と異なる。

まとめ

鋼床版舗装の縦表面ひび割れ発生の可能性について、FEM 解析と疲労解析を行って検討した。その結果一部のひび割れの可能性は予想できたが、縦リブ間のひび割れについては説明がつかなかった。今後の課題である。

参考文献：1)Nishizawa, T., et al.: Development of a new structural model with prism and strip elements for pavements on steel bridge decks, The International Journal of Geomechanics, Vol.2, No.3, 2001.2)日本道路協会：舗装設計施工指針，2002。

表-1 アスファルトのスティフネス

	温度 (°C)	路面温度 (°C)	弾性係数 (MPa)
1 月	4.5	5	7900
2 月	6.8	7	6000
3 月	9.8	10	4700
4 月	17.2	17	3300
5 月	20.3	20	3000
6 月	22.4	30	1000
7 月	26.8	50	200
8 月	28.5	50	200
9 月	24.7	40	700
10 月	19.9	20	3000
11 月	12.1	12	3300
12 月	8.2	8	6000

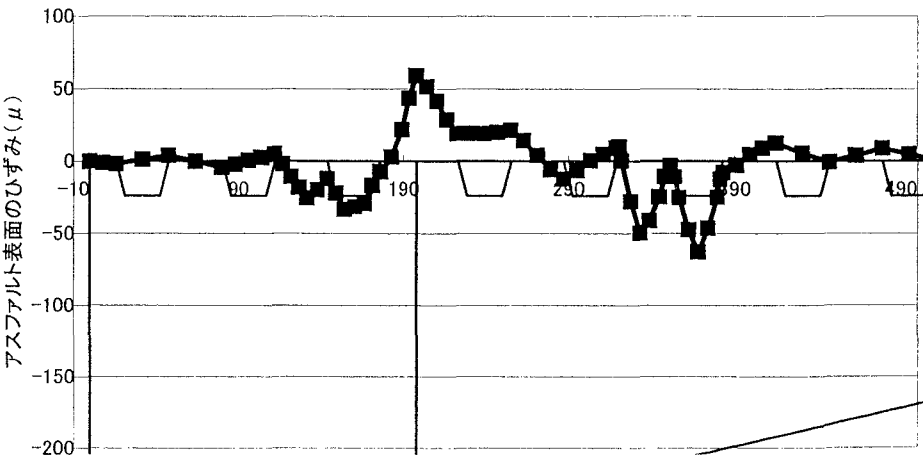


図-3 アスファルト舗装表面のひずみ分布